

Requested Patent: WO03024612A1

Title:

DEVICE FOR CONVEYING POWDER AND METHOD FOR OPERATING THE SAME

Abstracted Patent: WO03024612 ;

Publication Date: 2003-03-27 ;

Inventor(s): MOSER JUERG (CH) ;

Applicant(s): MOSER JUERG (CH); RAMSEIER TECHNOLOGIES AG (CH) ;

Application Number: WO2002EP10339 20020914 ;

Priority Number(s): DE20011045448 20010914 ;

IPC Classification: B05B7/14; B65G53/28; F04B53/14; F04F1/06 ;

Equivalents: DE10145448, WO03024613 ;

ABSTRACT:

The invention concerns a conveyor system comprising a number of devices (1) for conveying powder, whereby each device (1) has a conveying chamber (3), into which a supply line (6) and a discharge line (8) for the powder lead, and means for creating a low pressure inside the conveying chamber (3). The means for creating a low pressure inside the device (1) has a piston (11) that can be displaced inside the conveying chamber.

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. März 2003 (27.03.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/024612 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B05B 7/14**,
B65G 53/28, F04B 53/14, F04F 1/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/10339

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. September 2002 (14.09.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 45 448.1 14. September 2001 (14.09.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **RAMSEIER TECHNOLOGIES AG** [CH/CH];
Moosstr. 2, CH-3113 Rubingen (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MOSER, Jürg**
[CH/CH]; Hubelsgasse 51, CH-3421 Lyssach (CH).

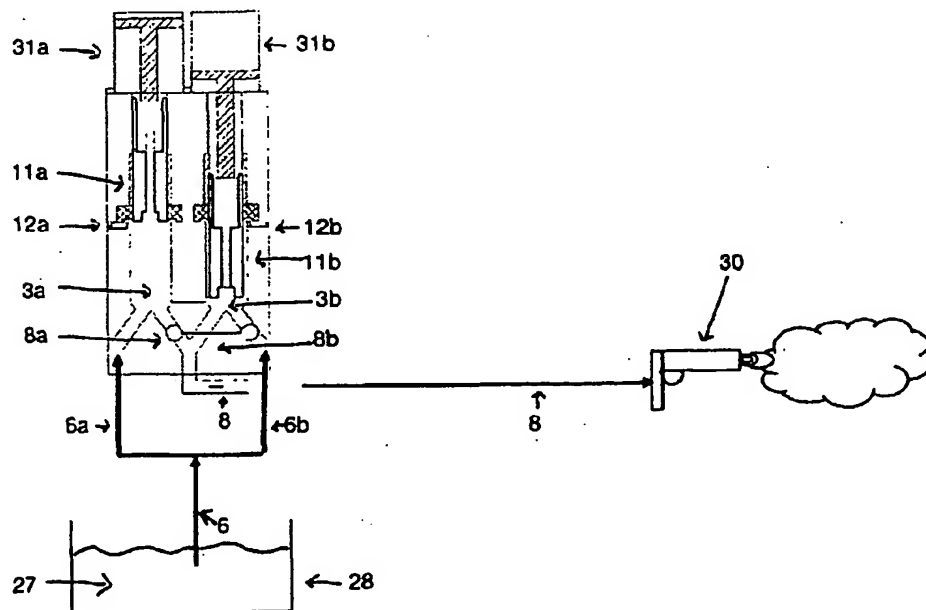
(74) Anwalt: **DUNKELBERG, Oliver**; Brandenburg, Dunkel-
berg & Franke, Partnerschaft, Trarbacher Str. 21, 47259
Duisburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GI, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,
SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR CONVEYING POWDER AND METHOD FOR OPERATING THE SAME

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM FÖRDERN VON PULVER UND VERFAHREN ZU DEREN BETRIEB



(57) Abstract: The invention concerns a conveyor system comprising a number of devices (1) for conveying powder, whereby each device (1) has a conveying chamber (3), into which a supply line (6) and a discharge line (8) for the powder lead, and means for creating a low pressure inside the conveying chamber (3). The means for creating a low pressure inside the device (1) has a piston (11) that can be displaced inside the conveying chamber.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/024612 A1



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— mit geänderten Ansprüchen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Förderanlage mit mehreren Vorrichtungen (1) zum Fördern von Pulver, wobei jede Vorrichtung (1) eine Förderkammer (3), in die eine Zuführleitung (6) und eine Austragsleitung (8) für das Pulver münden, und Mittel zur Erzeugung eines Unterdrucks in der Förderkammer (3) aufweist, wobei das Mittel zur Erzeugung eines Unterdrucks in der Vorrichtung (1) einen in der Förderkammer beweglichen Kolben (11) aufweist.

Vorrichtung zum Fördern von Pulver und Verfahren zu deren Betrieb

- 5 Die Erfindung betrifft eine Förderanlage zum Fördern von Pulver, deren Verwendung sowie ein Verfahren zum Fördern von Pulver.

Zahlreiche bekannte Vorrichtungen zum Fördern von Pulver arbeiten nach dem Venturi-Prinzip, bei dem das Pulver durch einen Gasstrom in einer Düse mitgerissen
10 wird. Solche Vorrichtungen sind zwar einfach im Aufbau, haben aber drei gravierende Nachteile:

Zum einen ist die im Gasstrom zu erreichende Pulverdichte sehr gering und das Pulver wird mittels Flugförderung transportiert d.h. die Luftgeschwindigkeit muss größer sein als die Schwebegeschwindigkeit. Zum anderen ist die Konstanz der
15 geförderten Pulvermenge völlig unzureichend. Darüber hinaus lässt sich die Pulvermenge nur schlecht dosieren. Diese Nachteile sind besonders gravierend, wenn solche auf dem Venturi-Prinzip basierende Pumpen zur Förderung von Pulverlacken eingesetzt werden, da die resultierenden Beschichtungen erhebliche Schwankungen in der Schichtdicke und den optischen Eigenschaften aufweisen.

20

Deshalb wurde in der Vergangenheit nach Lösungen gesucht, die nicht nach dem Venturi-Prinzip arbeiten.

- 25 Aus der EP 1 106 547 A1 ist eine Vorrichtung bekannt, bei der Pulver pneumatisch in eine so genannte Dosierkammer gefördert wird. Diese Dosierkammer ist mit einer Saugleitung verbunden. Die Dosierkammer ist des weiteren mit einer Druckleitung verbunden, wodurch das Pulver aus der Dosierkammer in eine Austragsleitung gefördert wird.

- 30 Um in der Saugleitung einen Unterdruck zu erzeugen, benötigt diese Vorrichtung eine externe Vorrichtung außerhalb der Dosierkammer zum Erzeugen von Unterdruck, beispielsweise eine Vakuumpumpe. Zwischen dieser und der Dosierkammer muss ein Steuerorgan vorhanden sein, mit dem sich der Durchgang für das Gas unterbrechen und freigeben lässt. Damit das in die Dosierkammer strömende Pulver
35 nicht in die Saugleitung gelangen kann, ist letztere durch eine gasdurchlässige Trennmembrane von der Dosierkammer getrennt. Je nach der Beschaffenheit des

mit dieser Vorrichtung geförderten Pulvers neigt die Trennmembrane dazu, verstopft oder verklebt zu werden, was natürlich das einwandfreie Funktionieren der Vorrichtung beeinträchtigt.

- 5 Eine weitere Membranpumpe zur Förderung von Pulvern ist aus der EP 0 124 933 bekannt. Dort ist eine Pumpe mit einem Kolben beschrieben, der in einer Förderkammer auf- und abwärts bewegt wird. Der Kolben erzeugt bei seinem Aufwärtsgang einen Unterdruck in der Zufuhrleitung und saugt so das Pulver aus dem Vorratsbehälter. Anschließend wird durch eine Abwärtsbewegung des Kolben das Pulver in der Förderkammer verdichtet. Nachdem der Kolben den unteren Totpunkt erreicht hat, wird die Austragsleitung geöffnet und das verdichtete Pulver mittels Druckluft zur Applikationsstelle gefördert.

- 10 Für die Unterdruckerzeugung muss der Kolben über eine Dichtung abgedichtet werden, was zu einem extremen Verschleiß und Verschmutzungen der bewegten Teile führt.

- 15 Diese Pumpe erzeugt einen sehr ungleichmäßigen Pulver/Luft-Volumenstrom. Des weiteren führen leicht vernetzbare Pulver, wie beispielsweise härtbare Pulverlacke, aufgrund der Komprimierung vor der Förderung leicht zu Verstopfungen der Förderkammer.

- 20 Dies ist wohl auch der Grund, warum diese Bauart sich bei der Förderung von Pulverlacken nicht durchgesetzt hat.

- Gemäß der US 3,391,963 wird soll ein Verstopfen einer Membran bei einer Förder-
vorrichtung von Pulver dadurch verhindert werden, dass die Membran von einem
25 Kolben hin- und herbewegt wird. Dadurch wellt sich die Membran und das an ihr haftende Pulver kann abgeschüttelt werden. Diese Vorrichtung arbeitet ohne Zufuhr von Druckluft in die Förderkammer.

- Diese Vorrichtung ist jedoch teuer und verschleißanfällig, da sie eine semipermeable Membran verlangt. Darüber hinaus wird durch die mechanische Bewegung der
30 Membran der größte Teil des anhaftenden Pulvers entfernt. Jedoch verbleiben geringe Mengen an Pulver auf der Oberfläche der Membran, so dass nach längerer Betriebszeit Verklebungen der Pulver zu beobachten sind.

- Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Förderanlage für die
35 Förderung von Pulvern bereitzustellen, die einfacher und störungsfreier zu betreiben ist und die eine wesentlich verbesserte Konstanz in der Fördermenge aufweist als die bekannten Pumpen des Standes der Technik.

Die Förderanlage der vorliegenden Erfindung soll sich besonders für die Förderung von vernetzbaren und/oder härtbaren Lacken eignen, ohne dass Anbackungen oder Verklebungen innerhalb der Förderanlage auftreten.

5 Ferner soll die Förderanlage ohne eine zusätzliche, externe Quelle zur Erzeugung eines Unterdrucks zu betreiben sein.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Förderanlage mit mehreren Vorrichtungen (1) zum Fördern von Pulver, wobei jede Vorrichtung (1)

- 10 • eine Förderkammer (3), in die eine Zuführleitung (6) und eine Austragsleitung (8) für das Pulver münden; und
 - Mittel zur Erzeugung eines Unterdrucks in der Förderkammer (3);
- aufweisen, und wobei das Mittel zur Erzeugung eines Unterdrucks in der Vorrichtung (1) einen in der Förderkammer beweglichen Kolben (11) aufweist.

15 Unter der Bezeichnung „Förderkammer“ wird hier und im folgenden der Teil der Vorrichtung (1) verstanden, der für das Pulver zugänglich ist, wenn sich der Kolben am oberen Totpunkt (OT) befindet.

Nicht dazu gerechnet werden die Zuführleitung (6) und die Austragsleitung (8).

20 Der Kolben (11) bewegt sich in der Förderkammer (3). Darunter wird verstanden, dass die Stirnfläche des Kolbens einen Teil der Förderkammer bei der Kolbenbewegung durchfährt. An den oberen Teil der Förderkammer schließt sich der Teil der Zylinderkammer an, die durch die Bauweise des Kolbens notwendig ist, wenn er sich am oberen Totpunkt (OT) befindet. Dieser Teil der Zylinderkammer ist für das
25 zu fördernde Pulver nicht zugänglich.

Diese erfindungsgemäße Förderanlage gewährleistet einen gleichmäßigen Transport von großen Pulvermengen ohne große Mengen an Transportluft und hohe Volumengeschwindigkeiten, wie sie beispielsweise bei Fördervorrichtungen unvermeidlich
30 sind, die auf dem Venturi-Prinzip basieren.

Dieser gleichmäßige Transport zeigt sich besonders eindrucksvoll an Langzeituntersuchungen hinsichtlich der Fördermenge: Mit dieser erfindungsgemäßen Pumpe ist es erstmals möglich, über einen Betriebszeitraum von 100 Tagen eine maximale Abweichung von $\pm 2\%$ der voreingestellten Fördermenge von 250 g/min Pulver zu
35 erreichen.

Des weiteren hat die erfindungsgemäße Lösung insbesondere den Vorteil, dass sie ohne eine außerhalb der Förderkammer angeordnete Einrichtung zum Erzeugen von Unterdruck auskommt. Somit entfallen externe Vorrichtungen zur Erzeugung

eines Unterdrucks, das über die Zuführleitung zu fördernde Pulver wird ausschließ-
lich durch die Kolbenbewegung gefördert, genauer gesagt durch die Kolbenbewe-
gung von unteren Totpunkt (UT) zum oberen Totpunkt (OT). Die Mittel zur Erzeu-
gung eines Unterdrucks sind nur in der Vorrichtung (1) integriert, nämlich in der För-
derkammer (3).

Die erfindungsgemäße Förderanlage weist gegenüber bekannten Pumpen keine
Membran auf. Daher sind auch bei der Förderung fein verteilter Pulver, die vernetz-
ungsfähig oder physikalisch härtbar sind (wie z.B. Pulverlacke für die Lackierung
von Oberflächen), keine Anbackungen zu beobachten.

Der Zylinderinnenraum kann des weiteren eine am oberen Totpunkt (OT) angeord-
nete Dichtung aufweisen; der Kolben hat in diesem Fall einen etwa 0,5 mm geringe-
ren Durchmesser als die Bohrung des Zylinderinnenraums. Durch diese Ausfüh-
rungsform können Pulverablagerungen an den bewegten Teilen und der Verschleiß
deutlich verringert werden.

Gemäß einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform der vorliegenden
Anmeldung weist die Förderanlage zusätzlich eine Steuereinheit auf, um eine nicht
synchrone Hin- und Herbewegung der einzelnen Kolben (11) zu gewährleisten.

Unter dem Begriff „nicht synchron“ wird hier und im folgenden verstanden, dass die
Kolben zu einem definierten Zeitpunkt ihres Betriebs sich nicht in die gleiche Rich-
tung bewegen und nicht sich am gleichen Ort befinden.

Der Vorteil dieser Ausführungsform ist, dass die Fördermenge über den zeitlichen
Verlauf noch weiter verbessert ist. Dies ist besonders für kritische Anwendungsbe-
reiche, wie z.B. die Zuführung von Pulverlack zu den entsprechenden Zerstäuber-
vorrichtung (ESTA-Hochrotationsglocken) von erheblichem Vorteil, was sich einfach
an einem wesentlich besseren Verlauf der resultierenden ausgehärteten Lackfilme
zeigt.

Des weiteren ist keine Fluidisierung des Pulvers für den Ansaugvorgang notwendig,
die sonst zu beobachtende Entmischung des Pulvers wird somit wirksam verhin-
dert.

Die Austragsleitungen (8) einer jeden Vorrichtung können einzelnen Verbrauchs-
stellen zugeführt werden.

Entsprechend einer weiteren, ebenfalls bevorzugten Ausführungsform dieser Anmeldung werden die Austragsleitungen (8) an eine gemeinsame Verbrauchsstelle geführt.

5 Auf diese Weise wird – neben den zuvor beschriebenen Maßnahmen – die Fördermenge über den zeitlichen Verlauf ein weiteres Mal verbessert.

In einer weiteren, ganz besonders bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weist die Förderanlage zwei Vorrichtungen (1) auf.

10 Diese Ausführungsform stellt nach bisherigen Erkenntnissen ein Optimum an konstanter Fördermenge im Hinblick auf eine möglichst einfache und kostengünstige Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar.

Die vorliegende Erfindung betrifft ebenfalls bevorzugt solche Förderanlagen, deren Vorrichtungen (1) zusätzlich einen Kanal (12) zum Zuführen von Druckgas zur Förderkammer (3) aufweist.

15 Hierdurch können erstmals sehr kritische Pulver gefördert werden, die bisher in mechanisch betriebenen Pulverpumpen zu Verklebungen oder Anbackungen geführt haben. Solche kritischen Pulver sind beispielsweise Pulverlacke auf Acrylatbasis, die zusätzlich ein Verlaufsmittel enthalten.

20 Entsprechend dieser Ausführungsform können solche bisher schwierig zu fördernde Pulver einfach transportiert und/oder dosiert werden.

25 Besonders bevorzugt ist eine erfindungsgemäße Förderanlage, bei der der Kanal (12) oberhalb des unteren Totpunkts (UT) des Kolbens (11) in die Förderkammer (3) mündet.

Auf diese Weise wird eine möglichst schonende Luftverteilung in der Förderkammer erreicht.

30 Gemäß einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform der vorliegenden Anmeldung mündet der Kanal (12) in eine umlaufende Nut mit Öffnung zur Förderkammer (3).

Diese Ausführungsform gewährleistet eine besonders gleichmäßige Luftverteilung. Durch die umlaufende Nut kann ein spezieller Reinigungsschritt der Förderkammer möglichst effektiv durchgeführt werden. Hierzu braucht man nur Druckluft mit einem
35 doppelt so hohen Druck als im normalen Förderbetrieb in die Förderkammer über die vorhandenen Vorrichtungen zu geben. Im Allgemeinen beträgt der Druck der zugeführten Luft 3 bar. Für den Reinigungsschritt wird der Druck der Druckluft auf 6

bar erhöht. Durch die umlaufende Nut mit Öffnung zur Förderkammer (3) wird auf diese Weise eine effektive Reinigung der Förderkammer (3) gewährleistet.

Damit ist ein schneller Wechsel unterschiedlicher Pulver mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung erstmals möglich, ohne dass die erfindungsgemäße Förderanlage manuell gereinigt werden muss. Durch die Umlauf mit Öffnung zur Förderkammer hin wird die Nut selber auch sauber gereinigt. Somit verbleiben in der Nut nach einem Reinigungsschritt keine Pulverreste. Der Wechsel unterschiedlicher Pulver ist besonders in der Lackierung von Oberflächen mittels Pulverlacke äußerst interessant: So können wesentlich schneller Farbtonwechsel durchgeführt werden; die bisher üblichen Farbtonschwankungen durch Verunreinigungen entfallen bei Verwendung der erfindungsgemäßen Förderanlage völlig.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung hat die umlaufende Nut eine Weite von 0,05 bis 1 mm.

Diese Nutenbreite stellt ein Optimum dar zwischen ausreichender Breite, über die die für besonders kritische Pulver notwendige Luftmenge dauerhaft der Förderkammer zugeführt werden kann und einer nicht zu großen Weite, die ein Zusetzen der Nut mit dem zu fördernden Pulver begünstigen würde.

Entsprechend einer weiteren, ebenfalls bevorzugten Ausführungsform dieser Anmeldung sind der untere Teil (3a) der Förderkammer (3), die Zuführleitung (6) und die Austragsleitung (8) aus dem gleichen Material gefertigt. Insbesondere stellen sie eine auswechselbare Einheit dar.

Der besondere Vorteil liegt in der Servicefreundlichkeit und Einfachheit dieser Ausführung.

Die vorliegende Erfindung betrifft ebenfalls bevorzugt eine Förderanlage, bei der mindestens eine der Austragsleitungen (8) einen inneren Durchmesser von weniger als 8 mm, insbesondere weniger als 6,5 mm, aufweist.

Diese Ausführungsform ist dann von besonderem Vorteil, wenn der Endverbraucher sehr wenig Gegendruck auf den geförderten Pulverstrom in der Austragsleitung (8) ausübt. Der im Vergleich zu den sonst verwendeten Zuführ- und Austragsleitungen sehr niedrige Innendurchmesser bewirkt einen solchen Gegendruck, dass ein noch gleichmäßigerer Volumenstrom erzielt werden kann als bei größeren Durchmesser.

Das insbesondere für die Pulverlackierung mit Nachteilen in der optischen Güte der erhaltenen Lackierungen verbundene Pulsieren des Pulver/Luft-Stroms wird so verhindert.

Bei einer gleichermaßen bevorzugten Förderanlage der vorliegenden Erfindung hat mindestens eine der Austragsleitungen (8) eine Länge von mindestens 5 m, insbesondere von mindestens 10 m.

5 Diese Mindestlänge baut den zum Verhindern eines Restpulsieren notwendigen Gegendruck auf. Im Gegensatz zu Pumpen des Standes der Technik ist die Förderanlage der vorliegenden Erfindung um so besser, je länger die Austragsleitung ist. Eine optimale Förderung ist auch mit einer Länge von 100 m immer noch gewährleistet.

10 Gemäß einer weiteren, ebenfalls bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform der vorliegenden Anmeldung ist der Kolben (11) über ein Entkoppelungselement (32) mit der Antriebseinheit (31) verbunden.

Auf diese Weise können sehr einfache Antriebseinheiten für den Antrieb des Kolbens verwendet werden, beispielsweise einfache pneumatisch betriebene Druckluft-
15 zylinder. Diese handelsüblichen Druckluftzylinder haben aufgrund ihrer Bauweise ein seitliches Spiel. Dieses seitliche Spiel verhindert eine präzise Führung eines starr mit einer solchen Antriebseinheit verbundenen Kolbens (11). Diese Toleranzen würden zu Verklebungen an den Seitenwänden der Förderkammer im Bereich zwischen dem oberen Totpunkt (OT) und unterem Totpunkt (UT) führen. Des weiteren
20 würde dieses seitliche Spiel eine deutlich niedrigere Standzeit vorhandener Dichtungselemente mit sich bringen.

Das zusätzliche Entkopplungselement ist sowohl mit der Antriebseinheit und mit dem Kolben in Hub- und Abwärtsrichtung fest verbunden. Allerdings weist es durch
25 übliche, dem Fachmann bekannte Maßnahmen ein seitliches Spiel auf, die das eigentlich unerwünschte seitliche Spiel somit ausgleichen. Diese Ausführungsform gewährleistet eine hohe Führungssicherheit des Kolbens.

Es ist aber auch möglich, auf das zuvor beschriebene Entkopplungselement (32) vollständig zu verzichten. In dieser ebenfalls bevorzugten Ausführungsform der Er-
30 findung ist der Kolben (11) direkt mit der Antriebseinheit (31) verbunden. Somit ist es möglich, dass der Kolben (11) vollumfänglich in der Führungsbuchse läuft.

Entsprechend einer weiteren, ebenfalls bevorzugten Ausführungsform dieser An-
35 meldung weist der innere Durchmesser der Förderkammer im Bereich zwischen dem oberen Totpunkt (OT) und unteren Totpunkt (UT) des Kolbens (11) einen Durchmesser auf, der 0,2 bis 0,8 mm größer ist als der äußere Durchmesser des Kolbens (11).

Bei dieser Ausführungsform wird die Luft laminar in die Förderkammer eingebracht; gleichzeitig werden Verschmutzungen an der Zylinderinnenwand vermieden.

5 In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung beträgt das Totvolumen bei geschlossenem Ventil und Kolben am unteren Totpunkt weniger als 1/10, insbesondere weniger als 1/50, des Volumens der gesamten Förderkammer beträgt.

Die Verringerung des Totvolumens ist dann besonders wichtig, wenn Schwankungen von weniger als 2 % des geförderten Luft/Pulver-Stroms über lange Zeit gewährleistet werden müssen.

10 Üblicherweise hat eine Vorrichtung (1) der erfindungsgemäßen Förderanlage ein Volumen der Förderkammer zwischen 15 und 40 ml. Ein Totvolumen von weniger als 1 ml absolut zeigt bereits deutliche Verbesserungen in der Konstanz der Fördermenge.

15 In der Praxis wird das Totvolumen am einfachsten verringert, in dem die Ventile der Zuführleitung (6) und der Austragsleitung (8) möglichst nah an der Förderkammer (3) angeordnet sind.

20 Die vorliegende Erfindung betrifft zur Lösung der Aufgabe des weiteren ein Verfahren zum Fördern von Pulver mittels einer Vorrichtung, die eine Förderkammer (3), in die eine Zuführleitung (6) und eine Austragsleitung (8) für das Pulver münden; einen Kolben (11) zum Erzeugen eines Unterdrucks in der Förderkammer (3); und einen Kanal (12) zum Zuführen von Druckgas zur Förderkammer (3) aufweist, wobei der Kolben (11) aus seiner Ausgangslage durch eine Bewegung das Pulver in die Förderkammer saugt, dann Druckgas der Förderkammer (3) zugeführt wird und anschließend der Kolben (11) in seine Ausgangslage zurückkehrt.

25 Dieses erfindungsgemäße Verfahren gewährleistet ebenso wie die zuvor beschriebene Förderanlage einen gleichmäßigen Transport von großen Pulvermengen ohne große Mengen an Transportluft und hohe Volumengeschwindigkeiten, wie sie beispielsweise bei Fördervorrichtungen unvermeidlich sind, die auf dem Venturi-Prinzip basieren.

30 Dieser gleichmäßige Transport zeigt sich besonders eindrucksvoll an Langzeituntersuchungen hinsichtlich der Fördermenge: Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, über einen Betriebszeitraum von 100 Tagen eine maximale Abweichung von $\pm 2\%$ der voreingestellten Fördermenge von 250 g/min Pulver zu erreichen.

Des weiteren hat die erfindungsgemäße Lösung insbesondere den Vorteil, dass sie ohne eine außerhalb der Förderkammer angeordnete Einrichtung zum Erzeugen von Unterdruck auskommt. Somit entfallen externe Vorrichtungen zur Erzeugung

eines Unterdrucks, das über die Zuführleitung zu fördernde Pulver wird ausschließlich durch die Kolbenbewegung gefördert, genauer gesagt durch die Kolbenbewegung von unteren Totpunkt (UT) zum oberen Totpunkt (OT). Die Mittel zur Erzeugung eines Unterdrucks sind nur in der Vorrichtung (1) integriert, nämlich in der Förderkammer (3). Das erfindungsgemäße Verfahren benötigt keine Membran zur Erzeugung eines Unterdrucks.

Durch die Zufuhr von Druckgas können erstmals sehr kritische Pulver gefördert werden, die bisher in anderen Pulverpumpen des Standes der Technik zu Verklebungen oder Anbackungen geführt haben. Solche kritischen Pulver sind beispielsweise Pulverlacke auf Acrylatbasis, die zusätzlich ein Verlaufsmittel enthalten.

Bei einer gleichermaßen bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Verschließen der Zuführleitung (6) und das Öffnen der Austragsleitung (8) nicht gleichzeitig. Insbesondere wird zuerst die Zuführleitung verschlossen und dann die Austragsleitung geöffnet.

Gemäß einer einfachen Realisierung dieses Verfahrensmerkmals bestehen die Zuführleitung (6) und die Austragsleitung (8) aus einem elastomeren Material. Zwischen beiden Schläuchen befindet sich eine Wandung, in einem Absperrbereich sind die Schläuche parallel geführt. Durch einen mechanischen Antrieb werden zwei parallel zueinander angeordnete Stäbe in senkrechter Richtung zur Wandung und zur Schlauchrichtung bewegt. Durch diese Bewegung bewegt sich der erste Stab weg von der ersten Schlauchleitung, der zweite Stab bewegt sich auf die zweite Schlauchleitung und quetscht diese. So wird die erste Schlauchleitung geöffnet und die zweite Schlauchleitung geschlossen. Wird der mechanische Antrieb in die entgegengesetzte Richtung bewegt, so wird die erste Schlauchleitung geöffnet und die zweite verschlossen. Um ein zeitlich verzögertes Öffnen und Schließen der beiden Schlauchleitungen sicherzustellen, werden die beiden Stäbe parallel zueinander, aber schräg zu der Wandung ausgerichtet. Für eine größere zeitliche Verzögerung ist es vorteilhaft, wenn die im Absperrverlauf durch beide Schläuche verlaufende senkrechte Schnittebene mit der durch die Bewegung der Stäbe gebildeten Achse einen Winkel von mehr als 30 ° bildet.

Eine solche Schließ- und Öffnungsvorrichtung zum zeitlich unterschiedlichen Öffnen und Verschließen der Zuführleitung (6) und Austragsleitung (8) ist schematisch in Abbildung 3 dargestellt.

Entsprechend einer weiteren, ebenfalls bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Abwärtsgeschwindigkeit des Kolbens nicht kon-

stant. Insbesondere wird die Abwärtsgeschwindigkeit zum unteren Totpunkt (UT) hin verlangsamt.

Hierdurch wird die gleichmäßige Förderung des Pulvers noch einmal verbessert. Die Steuerung der Abwärtsgeschwindigkeit des Kolbens (11) erfolgt über die Druckluft.

5

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird die Fördermenge an Pulver durch den Hub des Zylinders eingestellt.

Hierdurch kann in einfacher Weise eine Voreinstellung der zu fördernden Pulvermenge realisiert werden.

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ebenfalls bevorzugt ein Verfahren, bei dem die Fördermenge an Pulver durch die Hubfrequenz des Zylinders eingestellt wird.

Diese Einstellung stellt eine einfache und effektive Möglichkeit zur Feineinstellung der zu fördernden Pulvermenge dar. Diese Einstellung ist durch eine einfache elektronische Regelung der Hubfrequenz möglich.

15

Eine gleichermaßen bevorzugte Ausgestaltung des vorliegenden Verfahrens sieht die Beendigung der Zufuhr der Druckluft vor Verschließen der Austrags- und Zuführleitung vor.

20

Gemäß einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform der vorliegenden Anmeldung wird die Zufuhr der Druckluft vor Verschließen der Austrags und Zuführleitung beendet.

Auf diese Weise wird sichergestellt, dass keine Förderluft in die Zuführleitung eintritt.

25

Entsprechend einer weiteren, ebenfalls bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird

30

- die Austragsleitung (8) wird verschlossen, wenn der Kolben (11) in seiner Hubbewegung den oberen Totpunkt (OT) erreicht hat;
- danach die Zuführleitung (6) verschlossen;
- nach einer Wartezeit von mindestens 15 ms Druckluft in die Förderkammer (3) gegeben;
- nach einer Wartezeit von mindestens 110 ms der Kolben (11) abwärts unter Zufuhr von Druckluft bewegt;
- die Zufuhr der Druckluft spätestens 20 ms vor Erreichen des unteren Totpunkts (UT) beendet; und
- anschließend die Austragsleitung geschlossen.

35

Dieses Verfahren stellt einen optimierten Zyklus dar, der für die meisten zu fördern-
den Pulver allgemein verwendbar ist und der eine gleichmäßige Pulverförderung
ohne Auftreten von Schwankungen und ohne Verklebungen oder Verbackungen in
der Förderkammer (3) gewährleistet.

5

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird zwi-
schen dem kontinuierlichen Betrieb ein Reinigungsprogramm gefahren, bei dem
Druckluft

- mindestens viermal mit einer Dauer von jeweils mindestens 2,5 s in die
10 Förderkammer (3) gegeben wird; und anschließend
- mindestens einmal mit einer Dauer von mindesten 6 s in die Förderkammer (3)
gegeben wird.

Der Druck der zugeführten Druckluft beträgt etwa 6 bar. Bei diesem Pulsen ist die
15 Dauer der Zufuhr im Allgemeinen länger als die Unterbrechung.

Die Vorrichtung und das Verfahren gemäss der Erfindung finden insbesondere in
der industriellen Pulverbeschichtung Verwendung. Insbesondere eignet sich die
erfindungsgemäße Förderanlage für den Einsatz in der Automobilindustrie für die
20 Lackierung von farblosen Klarlacken und von farbgebenden Basislacken.

Die folgenden Beschreibungen der Abbildungen und Schemata dienen der Erläute-
rung der Erfindung, ohne diese darauf zu beschränken:

25

In Figur 1 ist eine erfindungsgemässe Anlage zum Fördern eines Pulvers (27) aus
einem Pulverbehälter (28) mit Hilfe einer Förderanlage (29) zu einer Applikations-
stelle (30), in der in diesem Beispiel eine Pulverpistole zum Auftragen verwendet
wird, dargestellt.

30 Die Förderanlage (29) besteht in diesem Beispiel aus zwei gleichartig aufgebauten,
aber gegensinnig betriebenen Vorrichtungen (1a) und (1b). Selbstverständlich kann
die Förderanlage (29) auch mehr als zwei Vorrichtungen (1a), (1b) aufweisen, je
nach dem, welche Pulvermengen zur Applikationsstelle (30) gefördert werden müs-
sen und wie pulsationsfrei dies geschehen soll.

35 Gefördert wird das Pulver (27) über eine gemeinsame Zuführleitung (6a), (6b), die
sich in Zuführleitungen (6a) und (6b) aufteilt. Beide Zuführleitungen (6a), (6b) mün-
den in je eine Förderkammer (3a), (3b). In jeder Zuführleitung (6a), (6b) sind Ab-
schlussorgane (7a), (7b) angeordnet.

Aus den Förderkammern (3a), (3b) gelangt das Pulver über Austragsleitungen (8a), (8b) in die gemeinsame Austragsleitungen (8), die zur Applikationsstelle (30) führt. Auch hier sind in den beiden Austragsleitungen (8a), (8b) Absperrventile (9a), (9b) angeordnet.

5

Darüber hinaus zeigt die Figur 1 Antriebseinheiten (31a), (31b) mit denen der Kolben über Entkopplungselemente (32a), (32b) verbunden ist. Ferner befindet sich der linke Kolben (11a) am oberen Todpunkt. Unter dem oberen Todpunkt (OT) ist der Kanal (12) dargestellt, über den die Druckluft in die Förderkammer (3a) zugeführt wird.

10

Eine besondere Ausführungsart einer Vorrichtung (1), die ebenfalls in der erfindungsgemäßen Förderanlage verwendet werden kann, ist unter Bezugnahme auf die beiliegende Figur 2 beispielhaft näher erläutert. Die Figur 2 zeigt einen Längsschnitt durch eine schematisch dargestellte Vorrichtung zum Fördern von Pulver.

15

Die Vorrichtung (1) weist in einem Grundkörper (2) eine Förderkammer (3) auf, in die eine Einlassbohrung (4) und eine Auslassbohrung (5) münden. An die Einlassbohrung (4) ist eine Zuführleitung (6) angeschlossen, die mit einem Abschlussorgan (7) gesteuert verschlossen und freigegeben werden kann. An die Auslassbohrung (5) ist eine Austragsleitung (7) angeschlossen, die mit einem Abschlussorgan (9) gesteuert verschlossen und freigegeben werden kann. Der Grundkörper (2) ist mit einem Führungskörper (10) verbunden, in dem ein Kolben (11) hin- und her verschiebbar angeordnet ist. Der Saugkolben (11) hat eine Längsbohrung (14) und ist an seinem der Förderkammer zugewandten Ende mit einem Verteilstück (13) versehen, das zwischen sich und dem Kolben (11) Kanäle (12) begrenzt, die der Zuführung eines Druckgases zur Förderkammer (3) dienen. Eine Dichtung (15) dichtet den Führungskörper (10) sowohl gegenüber dem Kolben (11) als auch gegenüber dem Grundkörper (2) ab. An seiner von der Förderkammer (3) abgewandten Ende ist der Saugkolben (11) mit einer Antriebsvorrichtung (16) verbunden.

20

25

30

Die Antriebsvorrichtung (16) ist im vorliegenden Beispiel als druckmittelbetriebene Kolben-Zylindereinheit ausgebildet. Sie könnte aber auch als mechanische Antriebseinheit, beispielsweise als Exzenter- oder Kurbelantrieb oder als elektromagnetische Antriebseinheit ausgebildet sein. Der in einem Zylinder (17) durch ein Druckmittel, beispielsweise Luft, bewegbare Kolben (18) der Antriebsvorrichtung (16) hat eine durchgehende, hohle Kolbenstange (19), die an ihrem in der Figur un-

35

teren Ende mit einem Kolben (11) verbunden ist. Am anderen Ende der Kolbenstange (19) ist eine Leitung (26) in der Form eines Schlauches angeschlossen, die mit einem Ventil (25) verbunden ist und deren Funktion weiter unten erläutert wird. Eine obere Druckmittelleitung (20) und eine untere Druckmittelleitung (21) dienen zum Beaufschlagen des Kolbens (18) mit einem Druckmittel, beispielsweise Luft, um diesen im Zylinder (17) ab und auf zu bewegen. Die Druckmittelleitungen (20) und (21) sind mit einem Mehrwegeventil (22) verbunden, das seinerseits an eine Druckmittelquelle (23) angeschlossen ist. Je nach der Stellung des Mehrwegeventils (22) ist eine der beiden Druckmittelleitungen (20) oder (21) mit Druck beaufschlagt, während die andere mit einem Auslass (24) verbunden ist.

Im folgenden wird die Funktion der oben beschriebenen Vorrichtung erläutert. Ausgehend von der in der Figur 2 dargestellten Lage wird der Kolben (11) durch die Antriebsvorrichtung (15) von der Förderkammer (3) wegbewegt. Das Abschlussorgan (9) in der Austragsleitung (8) ist zu diesem Zeitpunkt geschlossen. Durch diese Bewegung des Saugkolbens (11) entsteht in der Förderkammer (3) ein Unterdruck. Gleichzeitig wird das Abschlussorgan (7) in der Zuführleitung (6) geöffnet, so dass Pulver aus einem (nicht dargestellten) Pulvervorrat in die Förderkammer (3) strömt. Das Pulver in der Zuführleitung (7) kann bereits in einem Gas oder Gasgemisch dispergiert sein, damit es besonders gut fließfähig ist. In den meisten Fällen wird dieses Gasgemisch Luft sein. Jedoch kann bei heiklen pulverförmigen Stoffen, beispielsweise solchen, die mit Sauerstoff unerwünscht reagieren oder vernetzen, ein anderes Gas oder Gasgemisch, beispielsweise ein Inertgas, verwendet werden. Nachdem genügend Pulver in die Förderkammer (3) geströmt ist, wird das Abschlussorgan (7) in der Zuführleitung (6) geschlossen. Durch Öffnen des Ventils (25) wird Druckgas, das aus der selben Quelle (23) stammen kann wie das zum Betrieb der Antriebsvorrichtung (16) verwendete, dazu gebracht, durch die Leitung (26), die Kolbenstange (19) und die Längsbohrung (14) des Saugkolbens (11) zu strömen. Gleichzeitig wird das Abschlussorgan (9) in der Austragsleitung (8) geöffnet, so dass das in der Förderkammer (3) vorhandene Pulver durch die Austragsleitung (8) ausgestoßen wird. Dieses Ausstoßen des Pulvers mittels Druckgas kann bereits erfolgen, bevor der Kolben (11) in seine Endlage erreicht hat, in der er von der Förderkammer entfernt ist. Damit lässt sich eine genaue Dosierung des durch die Vorrichtung geförderten Pulvers erreichen. Nachdem der Saugkolben (11) wieder in seine in der Figur dargestellten Ausgangslage zurückgekehrt ist, kann ein neuer Förderzyklus beginnen.

Die Figur 3 zeigt eine Schließ- und Öffnungsvorrichtung zum zeitlich unterschiedlichen Öffnen und Verschließen der Zuführleitung (6) und Austragsleitung (8):

Diese Figur 3 stellt einen Schnitt im Bereich der Zuführleitungen (6a), (6b) und Austragsleitung (8a), (8b) dar. Die Schnittebene verläuft senkrecht zu diesen Leitungen.

- 5 Für eine entsprechende Bewegung der Stäbe (34a), (34b) befindet sich eine entsprechende Bewegungsvorrichtung zwischen den Wandungen (33). Diese Vorrichtung zum Bewegen der beiden Stangen ist in diesem Falle ein Kurzhubzylinder. Mit X und Y werden in dieser Figur die unterschiedlichen Abstände der zu den Wandungen (33) senkrechten Achsen bezeichnet, die durch die Schlauchmitte verlaufen
- 10 und die Asymmetrie kennzeichnen.

Die Stäbe (34a), (34b) verlaufen nicht parallel zu den Wandungen (33). Durch diese Schrägstellung und die Bewegung des Kurzhubzylinders wird ein zeitlich versetztes Öffnen und Verschließen der Zufuhr- und Austragsleitungen gewährleistet. Durch einen unterschiedlichen Einstellwinkel der Stäbe (34a), (34b) wird eine unterschied-

- 15 liche Zeitdifferenz vorgewählt.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung	18	Kolben
2	Grundkörper	19	Kolbenstange
3	Förderkammer	20	obere Druckmittelleitung
4	Einlassbohrung	21	untere Druckmittelleitung
5	Auslassbohrung	22	Mehrwegeventil
6	Zuführleitung	23	Druckmittelquelle
7	Abschlussorgan	24	Auslass
8	Austragsleitung	25	Ventil
9	Abschlussorgan	26	Leitung (Schlauch)
10	Führungskörper	27	Pulver
11	Kolben	28	Pulverbehälter
12	Kanal	29	Förderanlage
13	Verteilstück	30	Applikationsstelle
14	Längsbohrung	31	Antriebseinheit
15	Dichtung	32	Entkopplungseinheit
16	Antriebsvorrichtung	33	Wandung
17	Zylinder	34	Stab

Ansprüche

1. Förderanlage mit mehreren Vorrichtungen (1) zum Fördern von Pulver, wobei jede Vorrichtung (1)
 - eine Förderkammer (3), in die eine Zuführleitung (6) und eine Austragsleitung (8) für das Pulver münden; und
 - Mittel zur Erzeugung eines Unterdrucks in der Förderkammer (3);aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zur Erzeugung eines Unterdrucks in der Vorrichtung (1) einen in der Förderkammer beweglichen Kolben (11) aufweist.
2. Förderanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzlich eine Steuereinheit aufweist, um eine nicht synchrone Hin- und Herbewegung der einzelnen Kolben (11) zu gewährleisten.
3. Förderanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Austragsleitungen (8) an eine gemeinsame Verbrauchsstelle geführt werden.
4. Förderanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie zwei Vorrichtungen (1) aufweist.
5. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzlich einen Kanal (12) zum Zuführen von Druckgas zur Förderkammer (3) aufweist.
6. Förderanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (12) oberhalb des unteren Totpunkts (UT) des Kolbens (11) in die Förderkammer (3) mündet.
7. Förderanlage nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (12) in eine umlaufende Nut mit Öffnung zur Förderkammer (3) mündet.
8. Förderanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die umlaufende Nut eine Weite von 0,05 bis 1 mm aufweist.

9. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der untere Teil (3a) der Förderkammer (3), die Zuführleitung (6) und die Austragsleitung (8) aus dem gleichen Material gefertigt sind und insbesondere eine auswechselbare Einheit darstellen.
10. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Austragsleitungen (8) einen inneren Durchmesser von weniger als 8 mm, insbesondere weniger als 6,5 mm, aufweist.
11. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Austragsleitungen (8) eine Länge von mindestens 5 m, insbesondere mindestens 10 m, aufweist.
12. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (11) über ein Entkoppelungselement (32) mit der Antriebseinheit (31) verbunden ist.
13. Förderanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (11) direkt mit der Antriebseinheit (31) verbunden ist.
14. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der innere Durchmesser der Förderkammer im Bereich zwischen dem oberen Totpunkt (OT) und unteren Totpunkt (UT) des Kolbens (11) einen Durchmesser aufweist, der 0,2 bis 0,8 mm größer ist als der äußere Durchmesser des Kolbens (11).
15. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Totvolumen bei geschlossenem Ventil und Kolben am unteren Totpunkt weniger als 1/10, insbesondere weniger als 1/50, des Volumens der gesamten Förderkammer beträgt.
16. Verfahren zum Fördern von Pulver mittels einer Vorrichtung, die eine Förderkammer (3), in die eine Zuführleitung (6) und eine Austragsleitung (8) für das Pulver münden; einen Kolben (11) zum Erzeugen eines Unterdrucks in der Förderkammer (3); und einen Kanal (12) zum Zuführen von Druckgas zur Förderkammer (3) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (11) aus seiner Ausgangslage durch eine Bewegung das Pulver in die Förderkammer

saugt, dann Druckgas der Förderkammer (3) zugeführt wird und anschließend der Kolben (11) in seine Ausgangslage zurückkehrt.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschließen der Zuführleitung (6) und das Öffnen der Austragsleitung (8) nicht gleichzeitig erfolgt.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Abwärtsgeschwindigkeit des Kolbens nicht konstant ist.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Fördermenge an Pulver durch den Hub des Zylinders eingestellt wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Fördermenge an Pulver durch die Hubfrequenz des Zylinders eingestellt wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Zufuhr der Druckluft vor Verschließen der Austrags- und Zuführleitung beendet wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass:
 - die Austragsleitung (8) verschlossen wird, wenn der Kolben (11) in seiner Hubbewegung den oberen Totpunkt (OT) erreicht hat;
 - nach einer Wartezeit von mindestens 15 ms Druckluft in die Förderkammer (3) gegeben wird;
 - nach einer Wartezeit von mindestens 110 ms der Kolben (11) abwärts unter Zufuhr von Druckluft bewegt wird;
 - die Zufuhr der Druckluft spätestens 20 ms vor Erreichen des unteren Totpunkts (UT) beendet wird; und
 - anschließend die Austragsleitung geschlossen wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem kontinuierlichen Betrieb ein Reinigungsprogramm gefahren wird, bei dem Druckluft - - -
- mindestens viermal mit einer Dauer von jeweils mindestens 2,5 s in die Förderkammer (3) gegeben wird; und anschließend
 - mindestens einmal mit einer Dauer von mindesten 6 s in die Förderkammer (3) gegeben wird.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 10. Februar 2003 (10.02.03) eingegangen;
ursprüngliche Ansprüche 1-23 ersetzt durch geänderte Ansprüche 1-21]

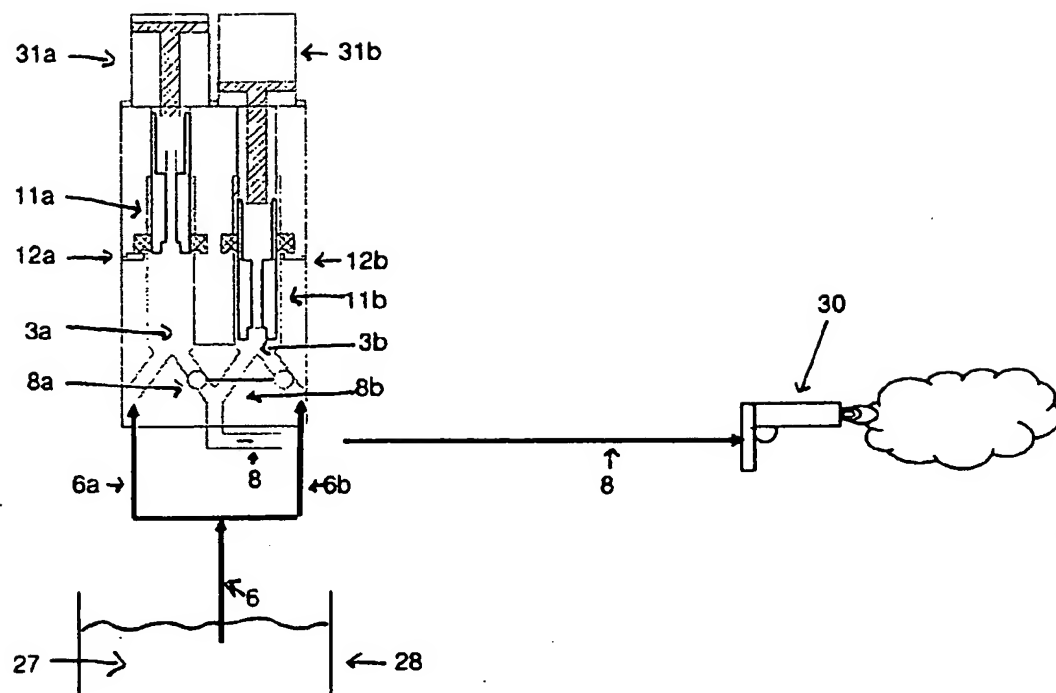
1. Förderanlage mit mehreren Vorrichtungen (1) zum Fördern von Pulver, wobei jede Vorrichtung (1)
 - eine Förderkammer (3), in die eine Zuführleitung (6) und eine Austragsleitung (8) für das Pulver münden; und
 - Mittel zur Erzeugung eines Unterdrucks in der Förderkammer (3);aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zur Erzeugung eines Unterdrucks in der Vorrichtung (1) einen in der Förderkammer beweglichen Kolben (11) aufweist und dass die Austragsleitungen (8) an eine gemeinsame Verbrauchsstelle geführt werden.
2. Förderanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzlich eine Steuereinheit aufweist, um eine nicht synchrone Hin- und Herbewegung der einzelnen Kolben (11) zu gewährleisten.
3. Förderanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie zwei Vorrichtungen (1) aufweist.
4. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzlich einen Kanal (12) zum Zuführen von Druckgas zur Förderkammer (3) aufweist.
5. Förderanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (12) oberhalb des unteren Totpunkts (UT) des Kolbens (11) in die Förderkammer (3) mündet.
6. Förderanlage nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal (12) in eine umlaufende Nut mit Öffnung zur Förderkammer (3) mündet.
7. Förderanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die umlaufende Nut eine Weite von 0,05 bis 1 mm aufweist.
8. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der untere Teil (3a) der Förderkammer (3), die Zuführleitung (6)

und die Austragsleitung (8) aus dem gleichen Material gefertigt sind und insbesondere eine auswechselbare Einheit darstellen.

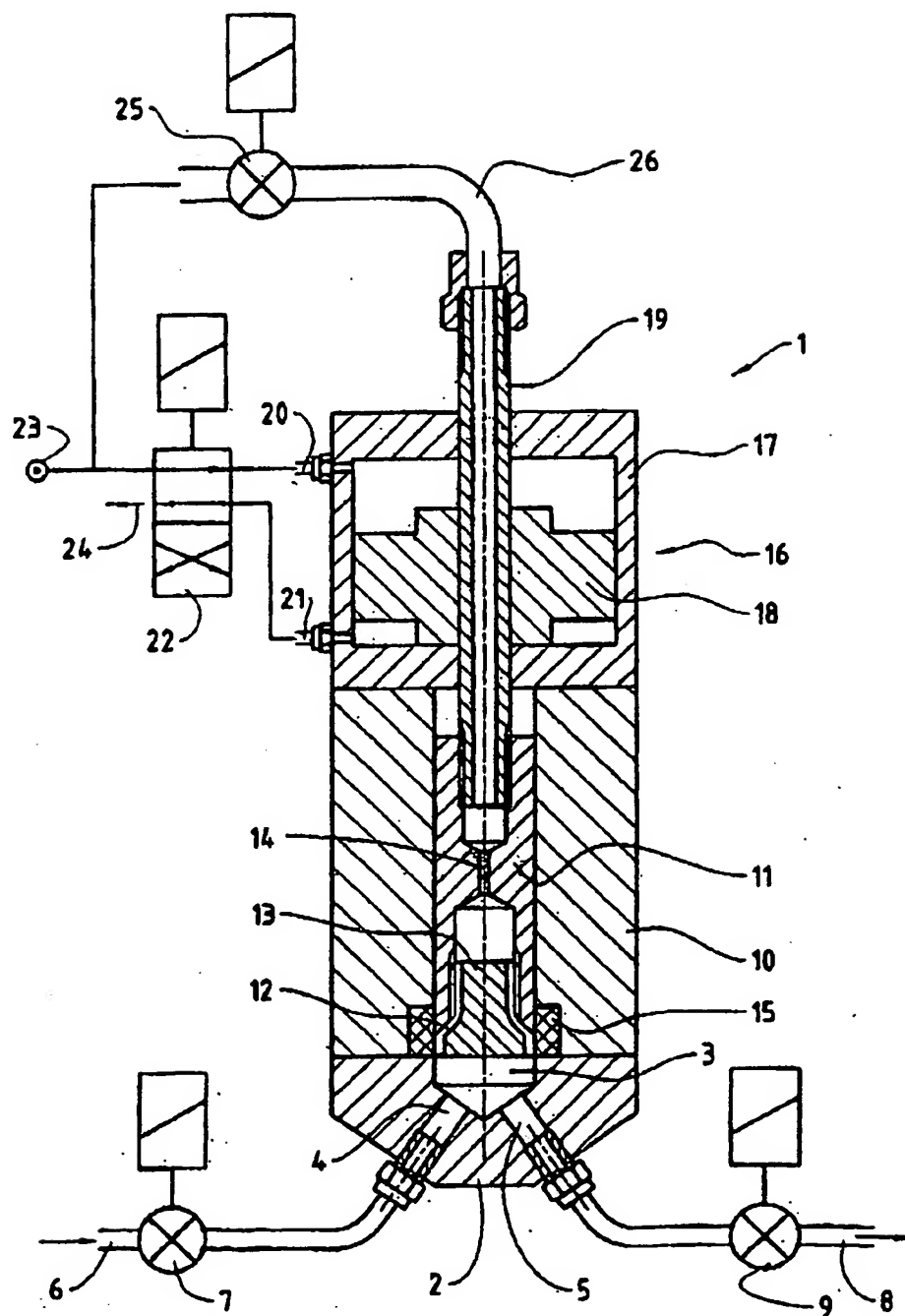
9. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Austragsleitungen (8) einen inneren Durchmesser von weniger als 8 mm, insbesondere weniger als 6,5 mm, aufweist.
10. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Austragsleitungen (8) eine Länge von mindestens 5 m, insbesondere mindestens 10 m, aufweist.
11. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (11) über ein Entkoppelungselement (32) mit der Antriebseinheit (31) verbunden ist.
12. Förderanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (11) direkt mit der Antriebseinheit (31) verbunden ist.
13. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der innere Durchmesser der Förderkammer im Bereich zwischen dem oberen Totpunkt (OT) und unteren Totpunkt (UT) des Kolbens (11) einen Durchmesser aufweist, der 0,2 bis 0,8 mm größer ist als der äußere Durchmesser des Kolbens (11).
14. Förderanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Totvolumen bei geschlossenem Ventil und Kolben am unteren Totpunkt weniger als 1/10, insbesondere weniger als 1/50, des Volumens der gesamten Förderkammer beträgt.
15. Verfahren zum Fördern von Pulver mittels einer Vorrichtung, die eine Förderkammer (3), in die eine Zuführleitung (6) und eine Austragsleitung (8) für das Pulver münden; einen Kolben (11) zum Erzeugen eines Unterdrucks in der Förderkammer (3) und einen Kanal (12) zum Zuführen von Druckgas zur Förderkammer (3) aufweist, wobei der Kolben (11) aus seiner Ausgangslage durch eine Bewegung das Pulver in die Förderkammer saugt, dann Druckgas der Förderkammer (3) zugeführt wird und anschließend der Kolben (11) in seine Ausgangslage zurückkehrt, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Austragsleitung (8) verschlossen wird, wenn der Kolben (11) in seiner Hubbewegung den oberen Totpunkt (OT) erreicht hat;
 - nach einer Wartezeit von mindestens 15 ms Druckluft in die Förderkammer (3) gegeben wird;
 - nach einer Wartezeit von mindestens 110 ms der Kolben (11) abwärts unter Zufuhr von Druckluft bewegt wird;
 - die Zufuhr der Druckluft spätestens 20 ms vor Erreichen des unteren Totpunkts (UT) beendet wird; und
 - anschließend die Austragsleitung geschlossen wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschließen der Zuführleitung (6) und das Öffnen der Austragsleitung (8) nicht gleichzeitig erfolgt.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Abwärtsgeschwindigkeit des Kolbens nicht konstant ist.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Fördermenge an Pulver durch den Hub des Zylinders eingestellt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Fördermenge an Pulver durch die Hubfrequenz des Zylinders eingestellt wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Zufuhr der Druckluft vor Verschließen der Austrags- und Zuführleitung beendet wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem kontinuierlichen Betrieb ein Reinigungsprogramm gefahren wird, bei dem Druckluft
- mindestens viermal mit einer Dauer von jeweils mindestens 2,5 s in die Förderkammer (3) gegeben wird; und anschließend
 - mindestens einmal mit einer Dauer von mindestens 6 s in die Förderkammer (3) gegeben wird.

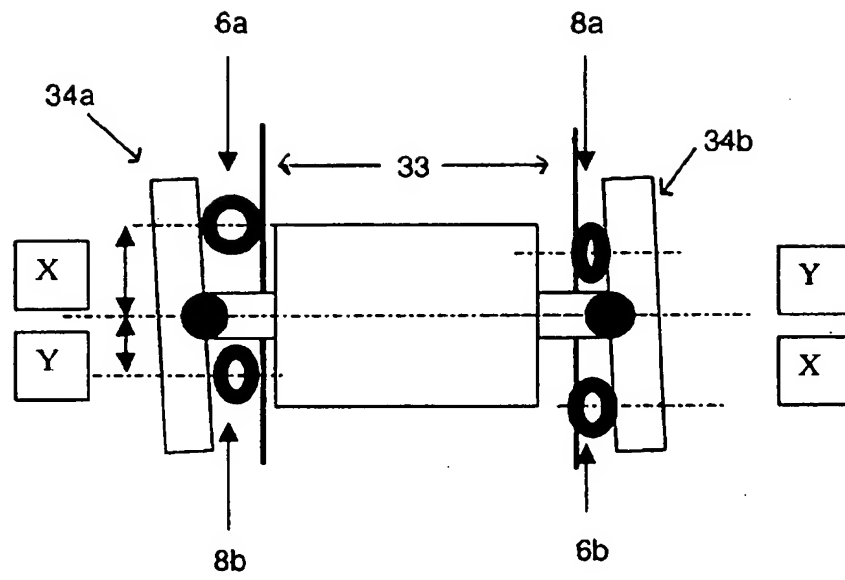
Figur 1:



Figur 2:



Figur 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/10339

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B05B7/14 B65G53/28 F04B53/14 F04F1/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B05B B65G F04B F04F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 87 520 B (POLYSIUS GMBH) 18 August 1960 (1960-08-18) the whole document	1-3, 13
X	US 2 151 514 A (WILL HEINEN) 21 March 1939 (1939-03-21) page 3, right-hand column, line 67 - line 75 page 4, left-hand column, line 28 - line 37	1, 2, 4-6
A		16
X	US 2 667 280 A (VICKERS HERBERT H ET AL) 26 January 1954 (1954-01-26) column 3, line 56 - column 5, line 42	16-21
A		5-7

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the International filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

9 December 2002

Date of mailing of the International search report

16/12/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Juguet, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/10339

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1087520	B	18-08-1960	NONE	
US 2151514	A	21-03-1939	NONE	
US 2667280	A	26-01-1954	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/10339

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B05B7/14 B65G53/28 F04B53/14 F04F1/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B05B B65G F04B F04F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 87 520 B (POLYSIUS GMBH) 18. August 1960 (1960-08-18) das ganze Dokument	1-3, 13
X	US 2 151 514 A (WILL HEINEN) 21. März 1939 (1939-03-21) Seite 3, rechte Spalte, Zeile 67 - Zeile 75 Seite 4, linke Spalte, Zeile 28 - Zeile 37	1, 2, 4-6
A	---	16
X	US 2 667 280 A (VICKERS HERBERT H ET AL) 26. Januar 1954 (1954-01-26) Spalte 3, Zeile 56 - Spalte 5, Zeile 42	16-21
A	-----	5-7

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Dezember 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/12/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Juguet, J

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/10339

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1087520	B	18-08-1960	KEINE
US 2151514	A	21-03-1939	KEINE
US 2667280	A	26-01-1954	KEINE